



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 00 543.9

Anmeldetag: 9. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke

IPC: G 05 B 11/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

Sieck

Beschreibung

Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke.

10 Eine gute Identifikation einer Regelstrecke ist eine der wichtigsten Grundlagen zur Optimierung von geschlossenen Regelkreisen. Die Identifikation einer Regelstrecke wird üblicherweise durch Einspeisung eines geeigneten Stimulussignals am Eingang der Regelstrecke und Messung der Streckenantwort am Ausgang der Regelstrecke durchgeführt. Die Regelstrecke wird durch eine Übertragungsfunktion beschrieben, die durch
15 eine Betrachtung der Streckenantwort im Bezug zu dem Stimulussignal identifiziert werden kann.

Dies kann entweder im Zeitbereich durch Entfaltung des Stimulussignals und der Streckenantwort oder was in der Technik
20 üblicher ist, im Frequenzbereich durchgeführt werden.

Bei der Identifikation der Regelstrecke im Frequenzbereich werden sowohl das Stimulussignal als auch die Streckenantwort mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert. Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke im Frequenzbereich ergibt sich in Form einer komplexen Übertragungsfunktion aus der Division der fouriertransformierten Streckenantwort durch das fouriertransformierte Stimulussignal.
25

30

Aus der solchermaßen ermittelten komplexen Übertragungsfunktion der Regelstrecke kann anschließend leicht der Betragsfrequenzgang bzw. Phasenfrequenzgang der komplexen Übertragungsfunktion der Regelstrecke ermittelt werden.

35

In der Praxis ist eine gute Streckenidentifikation der zu regelnden Regelstrecke oft infolge von auftretenden Störungen

bzw. Störsignalen problematisch. Im wesentlichen kann hierbei zwischen zwei Arten von Störungen unterschieden werden. Es können sowohl stochastische Störungen als auch deterministische Störungen auftreten.

5

Der Einfluss von stochastischen Störsignalen auf die Identifikation der Regelstrecke kann durch eine genügende Anzahl von Mittelungen und/oder Tiefpassfilterung und/oder Korrelationsanalyse einer oder mehrerer auftretender Signalgrößen reduziert werden. Bei deterministischen Störsignalen funktionieren diese Maßnahmen jedoch nicht bzw. nur sehr eingeschränkt.

10

Der Fehler, der bei der Identifikation der Regelstrecke in Anwesenheit deterministischer Störsignale entsteht, musste bislang in Kauf genommen werden. Es gibt praktisch keine Möglichkeit diese Fehler mittels der oben genannten Methoden signifikant zu reduzieren. Dies führt jedoch dazu, dass die Regelstrecke im Frequenzbereich der deterministischen Störsignale nur unzureichend identifizierbar ist.

20

Aus der europäischen Patentschrift EP 0 211 374 A1 ist eine Einrichtung zum Kompensieren des Schwerkrafteinflusses auf ein elektromotorisch heb- und senkbares Element einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters und Verfahren zum Betrieb einer derartigen Einrichtung bekannt. In der Patentschrift wird mit Hilfe einer Störgrößenaufschaltung die Einstellung eines Reglers optimiert.

25

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke, bei der deterministische Störungen auftreten, zu schaffen.

30

Diese Aufgabe wird für das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gelöst, dass in einem ersten Identifikationsprozess mindestens ein deterministisches Störsignal bestimmt und in Form

35

einer Funktion gespeichert wird, das anschließend in einem zweiten Identifikationsprozess eine Identifikation der Regelstrecke durchgeführt wird, wobei mittels einer Störgrößenaufschaltung das mindestens eine gespeicherte deterministische Stöerausgleichssignal gegengekoppelt auf die Regelstrecke aufgeschaltet wird.

Eine erste vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion in Form einer Tabelle und/oder in Form von Splines abgespeichert wird. Eine Hinterlegung der Funktion in Form einer Tabelle und/oder in Form von Splines lässt sich besonders einfach durchführen. Insbesondere die Hinterlegung in Form von Splines gestattet es durch anschließende Interpolation auch Zwischenwerte der Funktion zu bestimmen bzw. auszugeben.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein deterministische Stöerausgleichssignal anhand des Ausgangssignals mindestens eines Reglers des geschlossenen Regelkreises bestimmt wird. Das Stöerausgleichssignal kann solchermaßen besonders einfach bestimmt werden. Da üblicherweise der Regler ein Bandpassverhalten aufweist, werden stochastische Störungen durch den Regler bereits implizit herausgefiltert. Zusätzliche Filtermaßnahmen zur Reduktion stochastischer Störgrößen können somit in vielen Fällen entfallen.

In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, dass die Regelverstärkung des Reglers zur Bestimmung des deterministischen Stöerausgleichssignals innerhalb des ersten Identifikationsprozesses hoch eingestellt wird. Hierdurch bildet sich die Störung besonders gut im Regler ab.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Regelverstärkung des Reglers zur Streckenidentifikation der Regelstrecke innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses nied-

rig eingestellt wird. Hierdurch wird der Einfluss des Reglers auf die Streckenidentifikation der Regelstrecke innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses minimiert.

- 5 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Identifikationsprozess ein Stimulussignal zur Anregung der Regelstrecke auf den Eingang der Regelstrecke gegeben wird. Eine Anregung der Regelstrecke mittels eines Stimulussignals
10 stellt eine in der Technik bewährte Methode dar.

- In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, wenn das Stimulussignal ein relativ breitbandiges Frequenzspektrum besitzt, da die Regelstrecke dann ebenfalls in einem entsprechend relativ breitbandigem Frequenzspektrum identifiziert
15 werden kann.

- Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Störgrößen-
20 ausschaltung am Angriffsort der deterministischen Störung erfolgt. Wenn der Ort der Störgrößenaufschaltung mit dem Angriffsort der deterministischen Störung identisch ist, kann eine besonders gute Reduzierung der deterministischen Störung erreicht werden.

25

- Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Identifikation der Regelstrecke im zweiten Identifikationsprozess das Ein- und Ausgangssignal der Regelstrecke mittels Fourier-
30 transformation in den Frequenzbereich transformiert wird, dass anschließend das fouriertransformierte Ausgangssignal durch das fouriertransformierte Eingangssignal dividiert wird und solchermaßen die komplexe Übertragungsfunktion bzw. der Betragfrequenzgang und der Phasenfrequenzgang der Regelstrecke zur Streckenidentifikation bestimmt werden. Eine Identifikation der Regelstrecke im Frequenzbereich hat sich in der
35 Technik als vorteilhaft erwiesen.

Das Verfahren eignet sich besonders zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke bei Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern, da in diesen Anwendungsbereichen in der Regel die Regelstrecken mit stochastischen Störgrößen beaufschlagt sind.

In diesem Zusammenhang eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren besonders zur Streckenidentifikation einer mit Nutraststörungen gestörten Regelstrecke bei Antrieben von Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern, da sich, insbesondere in deren Antriebsregelkreisen, Nutraststörungen besonders störend bemerkbar machen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

- FIG 1 eine allgemeine Darstellung einer Regelstrecke,
- FIG 2 eine mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kompen-
- 20 sierte Regelstrecke,
- FIG 3 den ersten Identifikationsprozess und
- FIG 4 den zweiten Identifikationsprozess.

In einem Blockschaltbild gemäß FIG 1 ist eine Übertragungsfunktion $g(t)$ einer Regelstrecke im Zeitbereich dargestellt. Ein von der Zeit abhängiges Eingangssignal $x(t)$ wird durch die Übertragungsfunktion $g(t)$ der Regelstrecke in das Ausgangssignal $y(t)$ transformiert. Die Identifikation der Übertragungsfunktion $g(t)$ der Regelstrecke wird in der Technik allgemein üblich vorzugsweise im Frequenzbereich durchgeführt. Zunächst wird hierzu mittels Fouriertransformation das Eingangssignal $x(t)$ und das Ausgangssignal $y(t)$ in den Frequenzbereich transformiert. Als Ergebnis der Fouriertransformation erhält man nun die frequenzabhängige Eingangsfunktion $X(s)$ und die Ausgangsfunktion $Y(s)$, wobei s die komplexe Kreisfrequenz $j\omega$ darstellt.

Durch Berechnung des Quotienten

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = G(s)$$

- 5 wird die komplexe Übertragungsfunktion $G(s)$ der Regelstrecke im Frequenzbereich bestimmt. Man erhält die komplexe Übertragungsfunktion $G(s)$ für die in der Fouriertransformation betrachteten Frequenzen.
- 10 Aus der komplexen Übertragungsfunktion $G(s)$ lassen sich nun leicht, mittels dem Fachmann in der Technik allgemein bekannter Formeln, der Betragsfrequenzgang sowie der Phasenfrequenzgang der Regelstrecke angeben. Um die Regelstrecke in einem relativ breitbandigen Frequenzbereich identifizieren zu
- 15 können, wird in der Technik üblich, als Eingangssignal $x(t)$ ein im Frequenzbereich breitbandiges Signal, das in der Technik allgemein üblich, auch als Stimulussignal bezeichnet wird, verwendet. Als Stimulussignal kommen z.B. im Zeitbereich rechteckförmige Signalformen in Frage.
- 20 In FIG 2 ist in Form eines Blockschaltbildes das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die aus FIG 1 bekannte Übertragungsfunktion $g(t)$ der Regelstrecke wurde in FIG 2 in zwei hintereinander geschaltete Teilübertragungsfunktionen $g_1(t)$ und $g_2(t)$ aufgeteilt. Die zu identifizieren-
- 25 de Regelstrecke wird durch die beiden hintereinandergeschalteten Teilübertragungsfunktionen $g_1(t)$ und $g_2(t)$ beschrieben. Auf die Regelstrecke wirkt an einen Angriffsort 15, innerhalb der Regelstrecke, eine deterministische Störung $s(t,p,v)$ ein.
- 30 Die Störung $s(t,p,v)$ kann im allgemeinen Fall, also nicht nur von der Zeit t sondern auch, z.B. von einem Ort p und/oder einer Geschwindigkeit v abhängen. Oft ist eine solche deterministische Störung aber auch nur von einem Parameter, wie z.B. dem Parameter p abhängig. In Folge dieser Störung wird
- 35 nun plötzlich das Ausgangssignal y nicht mehr nur von der Zeit t sondern auch von dem Ort p und der Geschwindigkeit v

abhängig, d.h. wenn keine weiteren Maßnahmen ergriffen würden, würde sich ein Ausgangssignal y in der Form $y(t,p,v)$ ergeben. Das System ist somit nicht mehr linear und eine Identifikation der Regelstrecke nicht mehr möglich. Hier setzt
5 nun das erfindungsgemäße Verfahren an.

In einem ersten Identifikationsprozess wird ein Stöerausgleichssignal $f(t,p,v)$ bestimmt und in einem zweiten, dem
10 ersten Identifikationsprozess nachfolgenden Identifikationsprozess an einem Ort 16, der nicht notwendigerweise mit dem Ort der Störung 15 übereinstimmen muss, eingespeist. Im Idealfall ist das Ausgangssignal $y(t)$, wie in FIG 2 dargestellt, wieder nur vom Zeitparameter t abhängig. Für den Spezialfall, das der Einspeiseort 16 des Stöerausgleichssignals $f(t,p,v)$
15 mit dem Einspeiseort 15 der Störung $s(t,p,v)$ übereinstimmt, ist das Stöerausgleichssignal $f(t,p,v)$ identisch mit der Störung $s(t,p,v)$.

In FIG 3 und FIG 4 ist ein konkretes Ausführungsbeispiel des
20 erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. In FIG 3 bzw. FIG 4 wird eine Identifikation einer Regelstrecke 5, die aus einem Leistungssteller 2 und einem permanenterregten Linearmotors 3 mit Eisenkern besteht, durchgeführt. Die infolge einer ungleichmäßigen Magnetfeldverteilung im Linearmotor 3 entstehenden Nutrastkräfte treten in Form einer ortsabhängigen, de-
25 terministischen Störung $s(p)$ auf. Die durch die Nutrastkräfte auftretende Störung $s(p)$ ist dabei nur vom Ort p abhängig. Da die Störung $s(p)$ sich innerhalb des in FIG 3 und FIG 4 gezeigten Linearmotors 3 abspielt, ist diese nicht in den Figu-
30 ren explizit dargestellt.

In FIG 3 ist in Form eines Blockschaltbildes der erste Identifikationsprozess des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Regelstrecke 5, welche identifiziert werden soll,
35 wird dabei von einem Leistungssteller 2 und einem Linearmotor 3 gebildet. Ein PI-Regler 1 (Proportional-Integral-Regler) bildet mit der Regelstrecke 5 einen geschlossenen Regelkreis.

Dem PI-Regler 1 wird die Differenz zwischen einem Geschwindigkeitssollwert v_{soll} und einem am Linearmotor 3 mit Hilfe eines nicht dargestellten Gebers gemessenen Geschwindigkeitsistwert v_{ist} als Eingangsgröße vorgegeben. Der PI-Regler 1 gibt als Ausgangsgröße einen Stromsollwert i_{soll} an den Leistungssteller 2 weiter, der wiederum den Linearmotor 3 ansteuert. Im ersten Identifikationsprozess wird ein deterministisches Stöerausgleichssignal bestimmt und in Form einer Funktion $f(p)$ gespeichert. Hierzu wird die Regelverstärkung des PI-Reglers 1 hoch eingestellt, so dass sich die auftretenden deterministischen Nutraststörungen des Linearmotors 3 möglichst gut im Ausgangssignal i_{soll} des PI-Reglers 1 abbilden. Da die auftretenden Nutraststörungen des Linearmotors 3 von dem Ortsparameter p des Rotors des Linearmotors 3 abhängen, wird mittels eines Integrators 4 aus der Motorgeschwindigkeit v_{ist} am Ausgang des Linearmotors 3 der Ortsparameter p berechnet. Jedem Ort p lässt sich nun eindeutig ein Wert von i_{soll} zuordnen, so dass solchermaßen eine vom Ort p abhängige Funktion $i_{soll}(p)$ als Stöerausgleichssignal in Form einer Tabelle abgelegt bzw. abgespeichert wird.

Die Nutraststörungen bilden sich dabei besonders gut im Integralteil des PI-Reglers 1 ab.

In FIG 4 ist in Form eines Blockschaltbildes der zweite Identifikationsprozess des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Um den Einfluss des PI-Reglers 1 auf die Identifikation der Regelstrecke innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses möglichst klein zu halten, wird die Regelverstärkung des PI-Reglers 1 möglichst niedrig eingestellt. Ein Signalgenerator 6 speist ein Stimulussignal 1 am Ausgang des PI-Reglers 1 bzw. am Eingang der Regelstrecke 5 ein. Zur Kompensation der deterministischen Nutraststörungen wird nun mittels einer Störgrößenaufschaltung das abgespeicherte Stöerausgleichssignal in Form der Funktion $i_{soll}(p)$ in Abhängigkeit des Ortsparameters p am Eingang der Regelstrecke 5 gegengekoppelt.

Zur Streckenidentifikation der Regelstrecke 5 wird nun, in schon bekannter beschriebener Weise, eine Streckenidentifikation im Frequenzbereich durchgeführt. Hierzu wird das Eingangssignal i_{ein} der Regelstrecke innerhalb des Funktionsblocks 9 mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert und das Ausgangssignal v_{ist} der Regelstrecke 5 innerhalb des Funktionsblocks 8 mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert. Anschließend wird im Funktionsblock 10 dass in den Frequenzbereich transformierte Ausgangssignal v_{ist} der Regelstrecke durch dass in den Frequenzbereich transformierte Eingangssignal i_{ein} der Regelstrecke dividiert. Als Ergebnis erhält man für jede der in der Fouriertransformation betrachteten Frequenz, die komplexe Übertragungsfunktion der Regelstrecke.

15

Es ist wegen der leichteren Interpretierbarkeit des Streckenverhaltens allgemein üblich, die ermittelte komplexe Übertragungsfunktion in Form eines Betragsfrequenzganges 13 und eines Phasenfrequenzganges 14 darzustellen. Zur Ermittlung des Betragsfrequenzganges wird in einem Funktionsblock 11 der Realteil und der Imaginärteil der komplexen Übertragungsfunktion für jede Frequenz getrennt quadriert und anschließend aus der Summe der Quadrate die Wurzel gezogen und über der Frequenz aufgetragen. Zur Ermittlung des Phasenfrequenzganges im Funktionsblock 12 wird für jede Frequenz getrennt, der jeweilige Imaginärteil der komplexen Übertragungsfunktion durch den jeweiligen Realteil der komplexen Übertragungsfunktion dividiert und anschließend mittels der in der Mathematik bekannten Arcustangens-Funktion aus dem Quotienten von Real- und Imaginärteil der Phasenwinkel bestimmt und über der Frequenz aufgetragen. Die Regelstrecke ist somit eindeutig identifiziert.

30

Gegebenenfalls kann die nun im Frequenzbereich bestimmte Übertragungsfunktion $G(s)$ mittels inverser Fouriertransformationen in den Zeitbereich zurücktransformiert werden.

35

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Funktion $i_{soll}(p)$ auch in Form von Splines abgespeichert werden kann. Dies kann ausgenutzt um z.B. Zwischenwerte zu interpolieren oder aber um das benötigte Speichervolumen zur
5 Hinterlegung der Funktion $i_{soll}(p)$ zu reduzieren.

Da insbesondere im Bereich von Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern besonders hohe Anforderungen an die Regelgenauigkeit und/oder das Regelverhalten gestellt
10 werden, ist eine genaue Identifikation der Regelstrecke durch das erfindungsgemäße Verfahren in den genannten Anwendungsbereichen besonders vorteilhaft. Insbesondere kann der bei der Identifikation der Regelstrecke von Antrieben störend bemerkbar machende Einfluss von Nutraststörungen von Motoren, ins-
15 besondere von Linearmotoren, durch das erfindungsgemäße Verfahren minimiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke (5), d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
5 in einem ersten Identifikationsprozess mindestens ein deterministisches Stöerausgleichssignal ($f(t,p,v)$, $i_{soll}(p)$) bestimmt und in Form einer Funktion ($f(t,p,v)$, $i_{soll}(p)$) gespeichert wird, dass anschließend in einem zweiten Identifikationsprozess eine Identifikation der Regelstrecke (5) durchgeführt
10 wird, wobei mittels einer Störgrößenaufschaltung das mindestens eine gespeicherte deterministische Stöerausgleichssignal ($f(t,p,v)$, $i_{soll}(p)$) gegengekoppelt auf die Regelstrecke (5) aufgeschaltet wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Funktion ($i_{soll}(p)$) in Form einer Tabelle und/oder in Form von Splines abgespeichert wird.
- 20 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das mindestens eine deterministische Stöerausgleichssignal ($f(t,p,v)$, $i_{soll}(p)$) anhand des Ausgangssignals (i_{soll}) mindestens eines Reglers (1) des geschlossenen Regelkreises bestimmt wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Regelverstärkung des Reglers (1) zur Bestimmung des deterministischen Stöerausgleichssignals ($f(t,p,v)$, $i_{soll}(p)$) innerhalb des ersten Identifikationsprozesses hoch eingestellt wird.
30
5. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Regelverstärkung des Reglers (1) zur Streckenidentifikation der Regelstrecke (5) innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses niedrig eingestellt wird.
35
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass im zweiten

Identifikationsprozess ein Stimulussignal (1) zur Anregung der Regelstrecke (5) auf den Eingang der Regelstrecke (5) gegeben wird.

5 7. Verfahren nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Stimulussignal (1) ein relativ breitbandiges Frequenzspektrum besitzt.

10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Störgrößenaufschaltung am Angriffsort (15) der deterministischen Störung erfolgt.

15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zur Identifikation der Regelstrecke im zweiten Identifikationsprozess das Ein- und Ausgangssignal (i_{ein} , v_{ist}) der Regelstrecke (5) mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert wird, dass anschließend das fouriertransformierte Ausgangssignal durch das fouriertransformierte Eingangssignal dividiert wird und solchermaßen die komplexe Übertragungsfunktion bzw. der Betragfrequenzgang und der Phasenfrequenzgang der Regelstrecke (5) zur Streckenidentifikation bestimmt werden.

25

10. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke (5) bei Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern.

30 11. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 10 zur Streckenidentifikation einer mit Nutraststörungen gestörten Regelstrecke (5) bei Antrieben von Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern.

Zusammenfassung

Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke (5) wobei in einem ersten Identifikationsprozess mindestens ein deterministisches Störsignal $(f(t,p,v), i_{soll}(p))$ bestimmt, und in Form einer Funktion $(f(t,p,v), i_{soll}(p))$ gespeichert wird, wobei anschließend in
- 10 einem zweiten Identifikationsprozess eine Identifikation der Regelstrecke (5) durchgeführt wird, wobei mittels einer Störgrößenausschaltung das mindestens eine gespeicherte deterministische Störausgleichssignal $(f(t,p,v), i_{soll}(p))$ gegengekoppelt auf die Regelstrecke (5) aufgeschaltet wird.

15

FIG 4

FIG 1

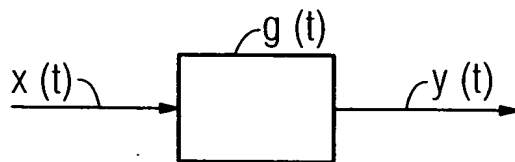


FIG 2

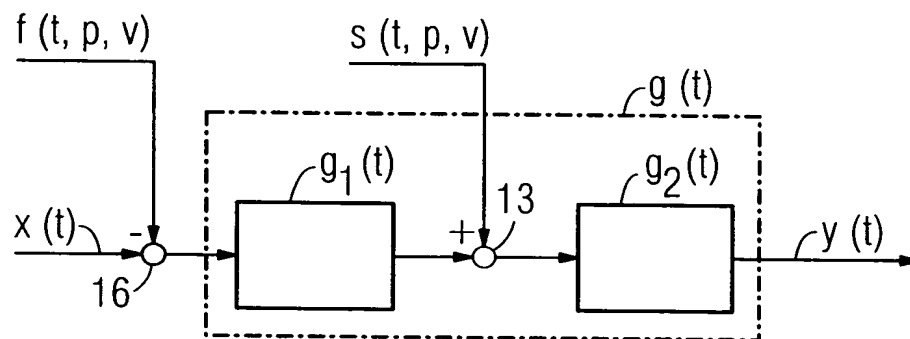


FIG 3

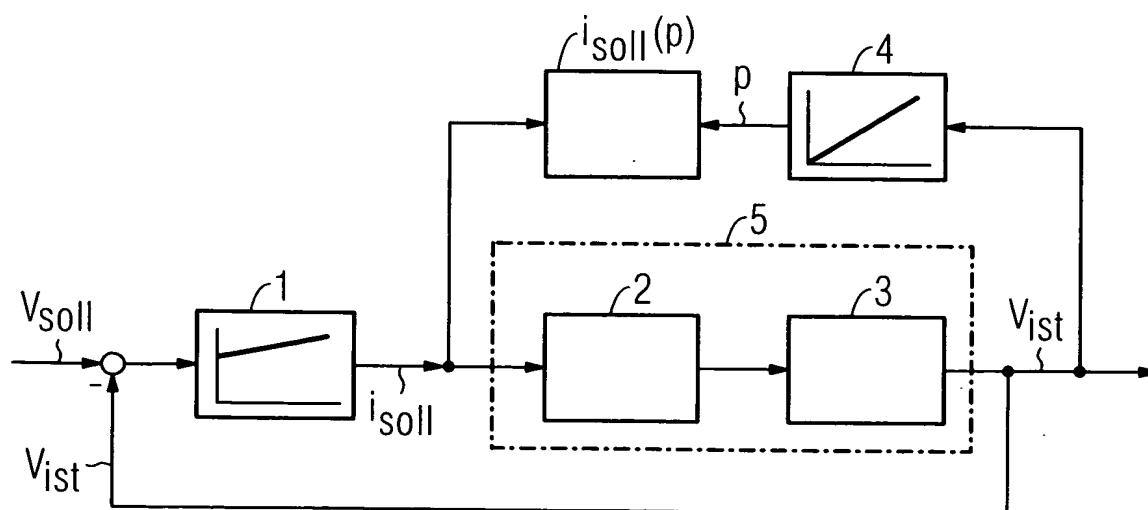


FIG 4

